

補助事業番号 20-110
補助事業名 平成 20 年度 環境対応型ディーゼルエンジンの基盤技術開発補助事業
補助事業者名 社団法人 日本陸用内燃機関協会

1. 補助事業の概要

(1) 事業の目的

今後の国内外の排出ガス規制の強化に対応するため、劣悪かつ多様な環境で使用される小形 D E に最適かつミニマムコストで超低 PM 化 (Tier 4 規制対応) の実現を目指した基盤技術開発を行うことにより、今後の開発投資費用の削減と開発期間短縮を図ると共に、省エネの推進と地球環境保全を図り、もって機械工業の振興に寄与する。

(2) 実施内容

色々な対応技術が考えられ、又どの技術が成功の見込みが高いのかわからない中での開発であるので、3 つの分科会を作って切り口を変えた中で、H19 年度の成果をベースに基盤技術開発を推進した。

① クボタ分科会

36.4kW の小形汎用ディーゼルエンジン (渦流室式、無過給) に前後段 DOC 付き DPF (ディーゼルパーティキュレートフィルター) 装置を装着した。更に、捕集した煤を燃焼させるために、改良を加えた燃料改質器等より構成される DPF 強制再生補助装置と制御システムを試作開発し、そのシステムの煤燃焼能力の評価を行うと共に、今後の設計指針を明確にした。

② 三菱重工業分科会

55kW の小形汎用ディーゼルエンジン (直噴式、過給) において、H19 年度改良エンジンで、給気温度低減、EGR 量変化及び燃料噴射時期の最適化に加え、後処理装置として容量を増大した DOC 及びメタル DPF を装着して、Tier4 レベルにどの程度まで低減可能か技術開発を推進した。更に、セラミック DPF を試作し浄化率の比較及び再生システムの評価を行った。

③ I H I シバウラ分科会

44.7kW の小形汎用ディーゼルエンジン (渦流室式、過給) において、外部 EGR を装着し、後処理装置として新型 DPF を装着しての低減効果を把握と、バーナ式再生を試作し強制再生性能を評価して、今後の開発課題を明確化した。

2. 予想される事業実施効果

小型汎用ディーゼルエンジン 3 機種における、本平成 20 年度での研究開発において、以下の具体的な成果あるいは結果を得た。

(A) クボタエンジンにおいて、「前段 DOC + DPF(触媒なし) + 後段 DOC」による PM 後処理装置、ならびに燃料改質ガスによる DPF 再生システムを開発し、両者をエンジン上に実装することによって以下の知見等を得た。

- ① 燃料噴射時期の調整など若干の EM 対応と上述の PM 後処理装置を併用することによって、エンジン排ガスが Tier 4 規制値に適合し得る可能性を確認した。
- ② その場合、PM 後処理装置、燃料改質器、燃料ポンプ、空気ブロワーの 4 要素から構成される PM 後処理装置とその再生システムの開発によって、然るべく高い PM 低減と DPF 再生率を確保できる見通しを得た。
- ③ 燃料改質器の自動運転システム作動によって、NRTC 運転モード全域で DPF 入口温度を、目標温度（今回は 630℃と 678℃の 2 条件）に安定維持することができ、DPF(PM 捕集量 5g/L)の再生率は 73%(DPF 入口温度 630℃)あるいは 98%(678℃)を確保した。再生時の燃料消費についても実用化が視野に入る程度になった。
- ④ PM 後処理装置と再生システムは、信頼耐久性、燃料消費量等において検討すべき点を有するが、装着スペースの点からエンジン実装への可能性が確認された。
- ⑤ 燃料改質ガス投入時に、DPF から CO と HC が多量に排出される場合があったが、後段 DOC の装着によって低減できた。なお、前段 DOC では低温酸化性を、後段 DOC は高温耐久性をそれぞれ重視する必要がある。
- ⑥ DPF 再生用改質ガスの着火あるいは発熱を得る手段として、グロープラグは、排気管内での着火・保炎が不安定となりその使用が困難なため、燃焼触媒の利用が有効である。

(B) 三菱重工業エンジンにおいて、「前段 DOC + DPF(触媒担持)あるいは自然再生のみで運転可能と言われるメタル DPF」で構成される PM 後処理装置と、幾つかの EM 排ガス改善技術とを併用することによる NOx と PM の同時低減効果ならびに DPF 再生システムについて検討し、Tier 4 規制適合化への可能性に関して以下の知見等を得た。

- ① インタークーラでの吸気冷却、クールド EGR、燃料噴射時期進角等の EM と、「前段 DOC + DPF(触媒担持)」の PM 後処理装置との併用によって、PM 浄化率 90～95%を確保することができ、Tier 4 適合化への可能性を確認した。
- ② この後処理装置によって、NRTC 運転モード期間に見られるスモークオパシティのスパイク、つまりスモークの瞬時急増現象は殆ど認められないほどに軽減された。
- ③ 「前段 DOC + メタル DPF」による PM 浄化率は、C1 および NRTC の両運転モードにおいて 50～60%程度であった。Tier 4 適合化には 90%程度の PM 浄化率が要求されることから、メタル DPF の容量増大等によって浄化率が多少改善されるとしても、この後処理のみによる PM 低減効果は十分ではない。

- ④ 「前段 DOC +メタル DPF」による PM 浄化率は、DOC が無ければ低下するものの、メタル DPF への触媒の有無による影響が殆ど認められなかった。
 - ⑤ 排気スロットルによる排ガス温度上昇と排気管内への軽油噴射とによる DPF 再生によって、再生率は約 89%を確保し得た。この場合、軽油噴射に伴う HC のスリップ現象は殆ど認められなかった。
 - ⑥ C1 モードに比べて NRTC 運転モードでの排気温度は、低温側に分布する傾向が見られるものの、225℃以上の累積頻度は両モード共に殆ど変わらず 70%位である。
- (C) I H I シバウラエンジンにおいて、「前段 DOC + DPF(触媒担持)」による PM 後処理装置、ならびに排気管内でのスパーク点火バーナ燃焼による DPF 再生システムを開発・評価し、以下の知見等を得た。
- ① Tier 4 適合化には、後処理による PM 捕集率 90%以上が必要である。上述の PM 後処理装置によって PM 捕集率約 90%を確保し、Tier 4 規制適合化に対する可能性を確認した。
 - ② NRTC 運転モードにおいて、排気管内バーナ燃焼により DPF 入口温度を約 600℃一定で 20 分間維持・制御することによって DPF(PM 捕集量 4g/L)の再生率 93%以上を確保し得た。バーナ方式も再生方法の一つになり得るものと思われる。
 - ③ DPF(触媒担持)による PM の燃焼には 450℃以上の温度が必要である。しかし、エンジンの特に黒煙濃度が高い運転領域等では DPF の再生が成立し難い場合も生じるため、PM 低減のための EM 対応が求められる。DPF の自然再生が成立しない運転領域では補助装置による高温での再生が必要である。
 - ④ PM 後処理装置の搭載位置をエンジンへ近づける、あるいは DPF への排気流入を均一化する等の対応によって、DPF の自然再生領域を拡大することが出来る。
 - ⑤ DPF の PM 酸化能力は、DOC の触媒担持量あるいは DPF 材料の影響を顕著には受けず、また DPF の触媒は非 Pt 系であっても Tier 4 適合の可能性が認められた。なお、DOC および DPF への触媒担持量は 2g/L 程度が適当である。
 - ⑥ 排気管内の軽油バーナ燃焼による DPF の再生率は、エンジン運転領域の大半で 100%近い高い値を確保し得たものの、一部の運転領域で高い値の確保に困難が生じた。その対応も今後の課題である。
 - ⑦ 「DOC+ DPF(触媒担持)」の後処理による CO と HC の低減には約 250℃以上の温度が必要である。

以上の成果により、引き続き最終目標である Tier4 規制値適合を目指し、燃焼系での PM と NO_x の低減に向けた技術開発と、排気系での DOC 及び DPF の性能向上と、最大の課題である強制再生補助装置に係る基盤技術開発を進める上での開発指針が明確になった。

これらはいくまでも基盤技術開発としての結果であって、今後、その商品化を目指す際には、汎用ディーゼルエンジンでの多岐に亘る用途や搭載法にも配慮しつつ、EM 技術と PM 後処理・再生技術に対する一層の検討、特に PM 後処理・再生システムにおける制御性、燃料消費量、信頼耐久性、コスト、搭載性等の改善・確保を含めた総合的な商品技術開発が不可欠である。

3. 本事業により作成した印刷物

H20 年度環境対応型ディーゼルエンジンの基盤技術開発補助事業報告書 100 部

4. 事業内容についての問い合わせ

団 体 名： 社団法人 日本陸用内燃機関協会（ニホンリクヨウナイネンキカンキョウ
カイ）

住 所： 162-0842

東京都新宿区市谷砂土原町一丁目 2 番地の 31

代表者名： 会長 林 守也（ハヤシモリヤ）

担当部署： 第二技術部（ダイニギジュツブ）

担当者名： 部長 瀧野壽夫（タキノヒサオ）

電話番号： 03-3260-9101

FAX 番号： 03-3260-7965

E-mail : takino@lema.or.jp

U R L : <http://www.lema.or.jp/>